

Artikel Penelitian

## Pengaruh Ratio Kombinasi Maltodekstrin, Karagenan dan Whey Terhadap Karakteristik Mikroenkapsulan Pewarna Alami Daun Jati (*Tectona Grandis* L. F.)

Wahyu Purnomo, Lia Umi Khasanah, R. Baskara Katri Anandito

Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, Surakarta

<sup>†</sup>Korespondensi dengan penulis (weperetro91@gmail.com)

Artikel ini dikirim pada tanggal 6 Mei 2014 dan dinyatakan diterima tanggal 30 Oktober 2014.

Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui [www.journal.ift.or.id](http://www.journal.ift.or.id)

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Diproduksi oleh Indonesian Food Technologists® ©2014 ([www.ift.or.id](http://www.ift.or.id))

### Abstrak

Antosianin merupakan zat warna yang bersifat polar bertanggung jawab untuk kebanyakan warna merah, biru, dan ungu. Dengan mikroenkapsulasi antosianin dapat terlindungi dari pengaruh lingkungan yang merugikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ratio kombinasi bahan penyalut terbaik dalam *spray drying*. Ekstrak daun jati dimikroenkapsulasi dengan penyalut maltodekstrin, karagenan, dan whey dengan proporsi total padatan ekstrak terhadap penyalut dengan rasio 3:10. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan satu faktor (ratio kombinasi penyalut maltodekstrin, kappa-karagenan dan whey) dengan 3 taraf yaitu (2:1:0, 2:0:1, dan 1:1:1). Variable respon yang diukur adalah randemen, kadar total antosianin, penangkapan radikal bebas, dan kualitas warna ( $L^*a^*b^*$ ,  $^{\circ}\text{Hue}$ ), kadar air, kelarutan dalam air, sisa pelarut (etanol) dan mikrostruktur. Hasil penelitian menunjukkan ratio kombinasi penyalut terbaik ditinjau dari nilai kadar antioksidan, kualitas warna L dan b, kadar air, serta mikrostruktur adalah mikroenkapsulan dengan ratio kombinasi penyalut maltodekstrin, karagenan, dan whey (MKW). ditinjau dari kadar antosianin, dan kelarutan dalam air adalah mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan whey (MW). Dan ditinjau dari randemen dan  $^{\circ}\text{Hue}$  adalah mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dengan karagenan (MK). Mikroenkapsulan yang dihasilkan diharapkan dapat diaplikasikan dalam bahan pangan sebagai pewarna makanan alami dalam bentuk sediaan bubuk.

Kata kunci: mikroenkapsulan, maltodekstrin, karagenan, whey, pewarna daun jati

### Pendahuluan

Antosianin merupakan zat warna yang bersifat polar dan larut dengan baik pada pelarut-pelarut polar. Senyawa ini termasuk dalam golongan flavonoid. Seperti halnya pigmen warna alami yang lainnya, pigmen antosianin memiliki stabilitas warna yang rendah. Faktor-faktor yang mempengaruhi stabilitas antosianin diantaranya adalah pengaruh dari pH, cahaya, dan suhu.

Mikroenkapsulasi bertujuan untuk melindungi komponen bahan yang sensitif dan mengurangi degradasi senyawa aktif dalam bahan. *Spray drying* cocok digunakan untuk bahan yang tidak tahan panas oleh karena terbentuknya lapisan film yang mengelilingi droplet dan pemanasan droplet hanya terjadi dalam beberapa detik saja sehingga suhu pemanasan di luar droplet tidak merusak material inti.

Bahan penyalut adalah bahan-bahan yang berfungsi sebagai penyalut bahan inti (bahan aktif) dalam proses mikroenkapsulasi (Masters, 1979). Menurut Young et al., (1993), bahan penyalut yang digunakan dalam *spray drying* harus memiliki kemampuan kelarutan yang tinggi dan kemampuan mengemulsi, serta harus dapat membentuk lapisan film, dan menghasilkan larutan berkonsentrasi tinggi dengan viskositas rendah. Penyalut yang sering digunakan dalam mikroenkapsulasi adalah maltodekstrin dan gum arab (Reineccius, 1988).

Hasil penelitian terdahulu (Krishnan et al., 2005) menunjukkan bahwa kombinasi bahan penyalut gum

arab dan maltodekstrin lebih efektif melindungi bahan aktif dibandingkan dengan bahan penyalut lainnya.

Akan tetapi penggunaan gum arab dinilai mahal dan persediaan terbatas. Oleh karena itu diperlukan adanya bahan penyalut pengganti gum arab atau bahan pendamping gum arab yang dapat digunakan sebagai campuran bahan penyalut yang lebih efektif dengan kemampuan emulsifikasi yang lebih baik daripada penggunaan gum arab murni. Kappa-karagenan dikenal merupakan pilihan yang baik sebagai bahan penyalut karena sifatnya yang *pseudoplastik* sehingga memungkinkan untuk bertindak sebagai *plasticizer*, pembentukan bulat dan halus pada mikroenkapsulan dan meningkatkan gaya adhesi antara dinding dan bahan inti. Selain itu, kappa-karagenan memiliki sifat yang diinginkan sebagai *emulsifier*, aman untuk dimakan dan biodegradasi.

Selain itu penggunaan bahan whey juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengemulsi dari kelas protein. Salah satu penelitian yang menggunakan bahan penyalut whey adalah penelitian dari Helene et al. (2009), menyebutkan bahwa maltodekstrin yang dikombinasikan dengan WPC / whey protein konsentrat memiliki stabilitas emulsi yang lebih tinggi dibandingkan dengan maltodekstrin yang dikombinasikan dengan pati *Hi-Cap/modified*.

Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dilakukan penelitian tentang pengaruh ratio kombinasi maltodekstrin, karagenan, dan whey terhadap karakteristik mikroenkapsulan pewarna alami daun jati

(*Tectona Grandis Linn f.*) ditinjau dari randemen, kadar total antosianin, aktivitas penangkapan radikal bebas, kualitas warna ( $L^*a^*b$ ,  $^0\text{Hue}$ ), kadar air, kelarutan dalam air, kadar sisa pelarut (etanol) dan mikrostruktur.

## Materi dan Metode

### Materi

Alat yang digunakan untuk mengekstrak pigmen antosianin daun jati antara lain *moisturetest*, blender, ayakan, timbangan, *beker glass*, erlenmeyer, corong, labu takar, gelas ukur dan kertas saring. Pengukuran total padatan terlarutnya dengan *hand refractometer*. Alat yang digunakan dalam proses mikroenkapsulasi antara lain *homogenezer* dengan menggunakan *stirer* "Ultra-Turax® T50 Basic Ika® Weke" dan satu set alat *spray dryer* dengan merk Lap Plant tipe SD-Basic. Sedangkan alat yang digunakan untuk analisis antara lain sebagai berikut:

- Randomemen : timbangan analitik
- Kadar total antosianin : spektrofotometer UV-Vis 1240, tabung reaksi, labu takar, vortex, pipet ukur, propipet, kuvet, pH meter dan sentrifuse.
- Penangkapan radikal bebas : spektrofotometer UV-Vis 1204, tabung reaksi, sentrifuge, vortex, pipet ukur, propipet dan labu takar.
- Kualitas warna : *colorimeter* Konica Minolta.
- Kadar air : botol timbang, oven, desikator, dan neraca analitik.
- Kelarutan dalam air : oven, kertas saring, erlenmeyer, *magnetic stirer*, desikator dan timbangan analitik.
- Mikrostruktur : satu set lengkap instrumen SEM (*Scanning Electron Microscope*) dengan merk JEOL JSM T300 dan Fine Coat Ion Sputter model "JFC 1100".
- Kadar sisa pelarut (etanol): satu set instrumen GC merk Hitachi G.3000.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun jati muda (*Tectona grandis Linn. f.*) 1-2 tingkat dibawah pucuk, berwarna hijau kemerahan yang diperoleh dari desa Turen, kecamatan Mojolaban, kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah. Pada proses ekstraksi digunakan pelarut etanol 70% yang diasamkan dengan HCl 1%. Bahan yang digunakan untuk analisis kadar total antosianin adalah KCl, HCl,  $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{Na} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  (*Na-Asetat Trihidrat*) dan aquades. Pada analisis penangkapan radikal bebas digunakan bahan larutan DPPH (*Diphenyl picrylhydrazyl*) dan metanol. Dan pada *Spray dryer* penyalut yang digunakan yaitu maltodekstrin dengan DE 11,7 diperoleh dari toko kimia Agung Jaya Surakarta Jawa Tengah, kappa-karagenan diperoleh dari toko bahan kimia Setia Guna Bogor, dan *whey* diperoleh dari Perusahaan pengolahan Susu di Salatiga Jawa Tengah.

### Metode

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Proses Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian; Laboratorium Pangan dan Gizi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas

Maret Surakarta; Laboratorium Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Laboratorium Teknologi Farmasi Bagian Sediaan Padat Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia, dan Balai Konservasi Peninggalan Purba Borobudur. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2013 sampai April 2014.

### Pembuatan Ekstrak Pewarna Alami Daun Jati

Pada proses awal daun jati dikering anginkan hingga kadar air 10-13% kemudian dilakukan pengecilan ukuran dengan menghancurkan daun kering menggunakan blender dan diayak hingga lolos ayakan 50 mesh (Sasty, 2013). Bahan yang telah siap kemudian dimaserasi dengan pelarut etanol 70% yang diasamkan dengan HCl 1% dengan perbandingan 85:15 (Yuliasri, 2001). Proses maserasi menggunakan perbandingan bahan : pelarut 1:10, berlangsung selama 3 jam (Umar, 2008). Dan maserasi menggunakan suhu ruang dengan tanpa pengadukan (Sasty, 2013). Hasil ekstrak kemudian disaring dengan kertas saring untuk memisahkan filtrat dengan ampas.

### Mikroenkapsulasi Pewarna Alami Daun Jati

Setelah didapatkan ekstrak pewarna alami daun jati muda hasil dari ekstraksi kemudian lanjut ke proses pembuatan mikroenkapsulan pigmen warna alami daun jati muda dengan *spray drying*, yang sebelumnya dilakukan pengukuran total padatan terlarut pada ekstrak daun jati muda menggunakan *hand refractometer* untuk menentukan proporsi bahan penyalut yang akan digunakan. Bahan penyalut dengan kombinasi maltodekstrin DE 11,7, kappa-karagenan, dan whey dengan ratio 2:1:0; 2:0:1; 1:1:1. Banyaknya penyalut yang digunakan didasarkan pada proporsi padatan ekstrak pewarna alami daun jati terhadap penyalut adalah dengan rasio 3:10 (Ernawati, 2010). Proses selanjutnya adalah bahan penyalut dan ekstrak pewarna alami daun jati dicampur dan dihomogenkan dengan alat homogenizer berupa *stirer* selama 10 menit dengan kecepatan putaran 1000 rpm.

Setelah dihomogenisasi hasil campuran dilanjutkan ke proses berikutnya menggunakan *spray drying* untuk membentuk struktur yang melindungi bahan inti yang disebut dinding. Selama proses *spray drying* suspensi campuran selalu diaduk dengan *magnetic stirer* yang bertujuan agar suspensi tidak mengendap atau menggumpal saat proses *spray*. Suhu yang digunakan dalam *spray drying* menggunakan suhu inlet  $150^\circ\text{C}$  (Nayak dan Restogi, 2010). Mikroenkapsulan pewarna alami daun jati hasil dari *spray drying* kemudian disimpan dalam plastik gelap/kepada cahaya disimpan di tempat yang kering dan diberi silica gel sampai digunakan untuk analisis. Hasil mikroenkapsulasi dari masing-masing perlakuan kemudian diuji randemen, kadar total antosianin, penangkapan radikal bebas, dan kualitas warna ( $L^*a^*b$ ,  $^0\text{Hue}$ ), kadar air, kelarutan dalam air, sisa pelarut (etanol) dan mikro struktur.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan satu faktor (ratio

kombinasi penyalut maltodekstrin, kappa-karagenan dan whey) dengan 3 taraf yaitu (2:1:0, 2:0:1, dan 1:1:1). Dan dilakukan dua kali ulangan sampel dan tiap-tiap sampel dilakukan dua kali ulangan analisis. Paramater pengamatan terdiri atas randemen, kadar total antosianin, penangkapan radikal bebas, dan kualitas warna ( $L^*a^*b$ ,  $^{\circ}\text{Hue}$ ), kadar air, kelarutan dalam air, sisa pelarut (etanol) dan mikrostruktur. Data hasil analisis pada penelitian ini diuji secara statistik menggunakan sidik ragam ANOVA dengan SPSS. Jika terdapat perbedaan maka dilanjutkan dengan Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada  $\alpha=0,05$ .

## Hasil dan Pembahasan

### Randemen

Analisis randemen berdasarkan berat ekstrak ditambah penyalut sebelum spray drying menunjukkan bahwa bubuk pewarna alami daun jati muda tanpa bahan penyalut berbeda nyata dengan ketiga bubuk mikroenkapsulan dengan ratio kombinasi bahan penyalut yaitu maltodekstrin dengan whey (MW), maltodekstrin, karagenan serta whey (MKW), dan maltodekstrin dengan karagenan (MK), dikarenakan adanya penambahan bahan penyalut dalam proses mikroenkapsulasi menyebabkan kenaikan total padatan ekstrak pewarna alami daun jati muda sebelum dimikroenkapsulasi. Pada tahapan proses pengukuran total padatan terlarut dalam ekstrak daun jati muda menggunakan hand refractometer didapatkan total padatan terlarut 8% dan meningkat seiring dengan penambahan bahan penyalut dengan berbagai ratio kombinasi. Apabila total padatan pada bahan yang dikeringkan semakin tinggi maka rendemen yang dihasilkan akan semakin tinggi. Hal ini didukung dengan pernyataan menurut [Master \(1979\)](#), kandungan total padatan berpengaruh terhadap lama proses pengeringan dan rendemen yang dihasilkan. Semakin

sedikit total padatan suatu campuran, rendemen produk akan semakin sedikit.

Sedangkan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dengan whey tidak berbeda nyata dengan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin, karagenan, dan whey (MKW). Akan tetapi berbeda nyata dengan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dengan karagenan (MK). Maltodekstrin memiliki sifat ketahanan oksidasi yang tinggi dan dapat menurunkan viskositas emulsi ([Krishnan et al., 2005](#)) dikombinasikan dengan karagenan dan whey dimana karagenan memiliki sifat membentuk gel dalam air dan whey yang memiliki sifat pengemulsi yang baik dapat meningkatkan viskositas larutan. Viskositas yang terlalu tinggi pada larutan dapat menyebabkan kerusakan pada nozzel dan menyulitkan proses atomizer sehingga dapat terjadi ketidakstabilan pada aliran di dalam spray drying yang berakibat bubuk mikroenkapsulan banyak yang menempel pada tabung chamber spray dryer. Sedangkan mikroenkapsulan dengan bahan penyalut maltodekstrin yang dikombinasikan dengan kappa karagenan dapat meningkatkan randemen bubuk mikroenkapsulan dikarenakan berat molekul dari karagenan yang tinggi yaitu di atas 100 kDa atau berkisar antara 100-800 ribu kDa ([DeMan, 1989](#)) dan sifat dari kappa karagenan yang merupakan fraksi yang mampu membentuk gel dalam air dan meningkatkan viskositas larutan sehingga total padatan terlarut menjadi meningkat yang mengakibatkan hasil randemen menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan ratio kombinasi penyalut yang lain. Berdasarkan nilai randemen tersebut mengindikasikan bahwa kombinasi antara maltodekstrin dan kappa karagenan dalam proses mikroenkapsulasi pewarna alami daun jati akan meningkatkan randemen mikroenkapsulan pewarna alami daun jati (Gambar 1).

Tabel 1 Matriks Hasil Analisis Mikroenkapsulan Pewarna Alami Daun Jati dengan Ratio Kombinasi Maltodekstrin, Karagenan dan Whey

Parameter	Sampel				
	Ekstrak Daun Jati	Bubuk Tanpa Penyalut	Mikroenkapsulan MW	Mikroenkapsulan MKW	Mikroenkapsulan MK
Randemen	-	0,850 <sup>a</sup> ± 0,127	6,740 <sup>b</sup> ± 0,850	4,880 <sup>b</sup> ± 0,789	12,385 <sup>c</sup> ± 1,240
Kadar Total Antosianin	4,258 <sup>c</sup> ± 0,118	1,060 <sup>ab</sup> ± 0,130	4,216 <sup>c</sup> ± 1,207	1,795 <sup>b</sup> ± 0,726	0,251 <sup>a</sup> ± 0,096
Penangkapan Radikal Bebas	39,581 <sup>e</sup> ± 0,881	11,495 <sup>a</sup> ± 2,002	29,700 <sup>c</sup> ± 1,758	34,881 <sup>d</sup> ± 2,028	23,811 <sup>b</sup> ± 0,765
Kualitas Warna					
L	2,329 <sup>a</sup> ± 0,283	20,380 <sup>b</sup> ± 0,212	28,185 <sup>c</sup> ± 3,821	20,000 <sup>b</sup> ± 0,694	36,015 <sup>d</sup> ± 5,269
a	6,058 <sup>a</sup> ± 0,145	37,910 <sup>e</sup> ± 0,014	19,803 <sup>c</sup> ± 0,183	22,640 <sup>d</sup> ± 1,161	18,275 <sup>b</sup> ± 0,286
b	-7,000 <sup>a</sup> ± 0,139	17,730 <sup>c</sup> ± 0,141	17,405 <sup>c</sup> ± 0,937	14,610 <sup>b</sup> ± 0,625	17,655 <sup>c</sup> ± 1,213
$^{\circ}\text{Hue}$	-49,123 <sup>a</sup> ± 1,249	25,056 <sup>b</sup> ± 0,167	41,287 <sup>d</sup> ± 1,785	32,855 <sup>c</sup> ± 0,984	43,965 <sup>d</sup> ± 2,417
Kadar Air	-	9,673 <sup>c</sup> ± 0,278	5,742 <sup>b</sup> ± 0,814	4,661 <sup>a</sup> ± 0,263	6,580 <sup>b</sup> ± 0,280
Kelarutan	-	82,803 <sup>b</sup> ± 0,320	91,371 <sup>c</sup> ± 0,389	67,195 <sup>a</sup> ± 6,944	79,883 <sup>b</sup> ± 3,437
Sisa Pelarut (etanol)	-	1,832	1,552	<LOD	<LOD
Mikro struktur	-	Menggumpal	Pecah tidak beraturan	Bulat	Bulat retak

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada setiap baris menunjukkan beda nyata pada taraf  $\alpha$  0,05

Hasil analisis randemen pada Tabel 1 secara kuantitatif belum dapat digunakan sebagai acuan dalam penentuan tentang pengaruh kombinasi bahan penyalut maltodekstrin, k-karagenan, dan whey terhadap randemen mikroenkapsulan, dikarenakan proses *spray drying* dalam penelitian belum mencapai *steady state*. Dapat dimungkinkan dalam *spray drying* skala besar atau sudah mencapai *steady state* hasil secara kuantitatif dapat berubah atau meningkat. Akan tetapi secara kualitatif data hasil randemen pada Tabel 1 dapat digunakan acuan bahwa randemen tertinggi adalah mikroenkapsulan dengan ratio kombinasi penyalut maltodekstrin dan k-karagenan dan yang terendah adalah bubuk pewarna daun jati tanpa penyalut.

#### Kadar Total Antosianin

Pada Tabel 1 dapat dilihat dengan perlakuan sampel yang berbeda menunjukkan kadar total antosianin yang berbeda nyata, yaitu sampel ekstrak daun jati berbeda nyata dengan sampel bubuk tanpa penyalut, mikroenkapsulan dengan ratio penyalut maltodekstrin, karagenan dan whey (MKW), serta berbeda nyata dengan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan karagenan (MK). Akan tetapi sampel ekstrak daun jati kadar total antosianinnya tidak berbeda nyata dengan sampel mikroenkapsulan dengan ratio penyalut maltodekstrin dengan whey (MW), dikarenakan penggunaan bahan berbasis protein yaitu whey sebagai bahan penyalut pada teknik *spray drying* memiliki sifat mengemulsi yang baik serta mampu melindungi senyawa fungsional dari panas (*thermoprotectant*) (Krasaekoopt et al., 2003).

Terjadi penurunan antosianin yang signifikan setelah proses *spray drying* pada sampel bubuk tanpa penyalut, mikroenkapsulan dengan ratio penyalut maltodekstrin, karagenan dan whey (MKW) serta mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan karagenan (MK) dibandingkan dengan sampel ekstrak daun jati muda, penurunan tersebut dikarenakan penggunaan temperatur tinggi yaitu pada suhu inlet 150°C dalam proses pengeringan akan mendorong terlepasnya bagian glikosil pada antosianin dengan menghidrolisis ikatan glikosidik sehingga terbentuk aglikon tidak stabil dan selanjutnya antosianin kehilangan warna (Yudiyono, 2011).

Dan bubuk pewarna alami daun jati tanpa penyalut secara kuantitatif mempunyai kandungan antosianin lebih rendah bila dibandingkan dengan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin, karagenan dan whey (MKW) maupun mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan whey (MW). Dengan penggunaan teknologi mikroenkapsulasi sifat-sifat antosianin yang tidak stabil dan mudah terdegradasi dapat terlindungi dengan adanya penambahan penyalut pada proses *spray drying* sehingga meminimalisir kerusakan pada mikroenkapsulan pewarna alami daun jati.

Akan tetapi secara kualitatif pada sampel bubuk tanpa penyalut menunjukkan nilai yang tidak berbeda

nyata dengan sampel mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin, karagenan dan whey (MKW) dan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan karagenan (MK). Hal tersebut diduga karena penggunaan karagenan meningkatkan viskositas larutan dalam proses *spray drying*. Viskositas atau kekentalan yang terlalu tinggi menyebabkan semakin lama proses *atomisasi* pada *spray drying* sehingga kontak dengan panas lebih lama yang berakibat pada degradasi senyawa antosianin yang lebih banyak.

#### Aktivitas Penangkapan Radikal Bebas

Aktivitas penangkapan radikal bebas pada sampel mikroenkapsulan pewarna alami daun jati berbeda nyata pada masing-masing perlakuan. Terdapat penurunan % DPPH yang signifikan setelah proses *spray drying* disebabkan penggunaan suhu tinggi saat proses pengeringan dengan *Spray dryer* dapat menurunkan aktivitas antioksidan pada sampel. Sesuai dengan penelitian tentang uji stabilitas antioksidan bunga kana merah, menyatakan bahwa semakin tinggi suhu maka dapat menurunkan aktivitas antioksidan (Sukemi, 2007).

Aktivitas antioksidan pada bubuk pewarna daun jati tanpa menggunakan penyalut lebih rendah bila dibandingkan dengan aktivitas antioksidan mikroenkapsulan dengan menggunakan ratio kombinasi penyalut. Hal ini disebabkan karena penambahan penyalut sangat mempengaruhi stabilitas aktivitas antioksidan. Penyalut dapat melindungi senyawa-senyawa antioksidan pada sampel, sehingga selama proses *spray drying* dapat meminimalisir kerusakan antioksidan.

Aktivitas penangkapan radikal bebas mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan whey (MW) meningkat dibandingkan dengan bubuk tanpa penyalut dan mengalami peningkatan lagi pada mikroenkapsulan dengan ratio kombinasi penyalut maltodekstrin, karagenan dan whey (MKW), akan tetapi mengalami penurunan lagi secara signifikan pada mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin karagenan (MK). Terdapat peningkatan pada mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin, karagenan, dan whey (MKW) dikarenakan penggunaan penyalut maltodekstrin yang memiliki sifat ketahanan oksidasi yang tinggi dan dapat menurunkan viskositas emulsi dikombinasikan karagenan serta whey yang memiliki sifat pengemulsi yang baik menyebabkan senyawa antioksidan dalam mikroenkapsulan dapat terselimuti dan terlindungi dengan baik. Kappa-karagenan dinilai memiliki sifat *pseudoplastik* yang baik serta memungkinkan untuk bertindak sebagai *plasticizer* yang mengakibatkan pembentukan bulat dan halus pada mikroenkapsulan dan meningkatkan gaya adhesi antara dinding dan bahan inti sehingga dapat melindungi senyawa antioksidan saat proses *spray drying*.

Akan tetapi aktivitas antioksidan mikroenkapsulan dengan kombinasi penyalut maltodekstrin dan karagenan (MK) menurun dibandingkan dengan 2 perlakuan kombinasi penyalut yang lainnya hal ini



sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh [Infante et al., \(2012\)](#), tentang Sifat fisikokimia dan kapasitas antioksidan infus daun *oak* (*Quercusresinosa*) yaitu kapasitas antioksidan tertinggi adalah pada penyalut maltodekstrin saja kemudian terjadi penurunan pada mikroenkapsulan dengan kombinasi maltodekstrin dan karagenan dan kapasitas antioksidan terendah pada penggunaan penyalut karagenan saja. Hal ini disebabkan karena sifat karagenan yang lebih sensitif terhadap panas sehingga lebih memungkinkan degradasi komponen antioksidan lebih tinggi.

Menurut [Aradhana et al., \(2010\)](#), kandungan antioksidan dalam mikroenkapsulan pewarna alami daun jati tidak berbanding lurus dengan kadar total antosianin. Hal ini disebabkan karena antioksidan yang terkandung di dalam ekstrak antosianin daun jati tidak hanya berasal dari pigmen antosianin. Di dalam daun jati terdapat berbagai senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan, antara lain flavonoid, alkaloid, tannin, steroid, saponin, dan kuinon.



Gambar 1. Mikroenkapsulan dan bubuk pewarna alami daun jati. Bubuk pewarna daun jati tanpa penyalut (a). Mikroenkapsulan dengan penyalut Maltodekstrin dan Whey (2:1) (b). Mikroenkapsulan dengan penyalut Maltodekstrin, Karagenan dan Whey (1:1:1) (c). Mikroenkapsulan dengan penyalut Maltodekstrin dan Karagenan (2:1) (d)

#### Kualitas Warna

Parameter kualitas warna mikroenkapsulan pewarna alami daun jati menghasilkan tiga nilai pengukuran, yaitu L (*Lightness*), a (*redness*), dan b (*yellowness*). Setelah dihasilkan nilai a dan b kemudian dihitung  $^{\circ}\text{Hue}$  dengan persamaan  $^{\circ}\text{Hue} = \arctan(b/a)$  sehingga diketahui daerah kisaran warna kromatis dengan menggunakan tabel deskripsi warna.

Nilai L melambangkan tingkat kecerahan dari nilai 0 (nol) untuk warna hitam dan 100 (seratus) untuk warna putih. Pada Tabel 1 dapat diketahui nilai L dari ekstrak daun jati berbeda nyata dengan bubuk pewarna daun jati dan mikroenkapsulan dengan berbagai variasi sampel. Terdapat peningkatan yang signifikan dari bubuk tanpa penyalut, mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan whey (MW),

mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin, karagenan, dan whey (MKW), dan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan karagenan (MK) dibandingkan dengan ekstrak daun jati. Dan peningkatan secara signifikan terlihat pada mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan karagenan (MK) dibandingkan dengan bubuk tanpa penyalut dan kedua mikroenkapsulan dengan kombinasi bahan penyalut, ini disebabkan penambahan maltodekstrin dan karagenan mempunyai total padatan yang lebih banyak dibanding yang lainnya hal ini menyebabkan intensitas warna merah menurun dan memucat menjadi keputihan.

Akan tetapi pada sampel bubuk tanpa penyalut menunjukkan tidak berbeda nyata dibandingkan dengan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin, karagenan, dan whey (MKW). Sehingga dari nilai L mengindikasikan ekstrak daun jati lebih gelap dibandingkan bubuk pewarna alami daun jati tanpa penyalut dan mikroenkapsulan dengan kombinasi penyalut. Selain itu apabila dibandingkan antara sampel yang telah di *spray dryer* mengindikasikan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin, karagenan dan whey (MKW) lebih gelap dibandingkan dengan bubuk tanpa penyalut, mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan whey (MW) dan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan karagenan (MK).

Nilai a menunjukkan warna merah jika bernilai positif dan warna hijau jika bernilai negatif. Nilai b menunjukkan warna kuning jika bernilai positif dan biru jika bernilai negatif. Pada Tabel 1 dapat diketahui nilai a dari keempat perlakuan sampel berbeda nyata, akan tetapi masuk kisaran dalam warna merah karena bernilai positif. Semakin besar nilai a menunjukkan warna semakin merah. Pada sampel bubuk tanpa penyalut terdapat peningkatan yang signifikan, selanjutnya berturut turut terdapat penurunan yaitu sampel mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin, karagenan, dan whey (MKW), mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan whey (MW) dan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan karagenan (MK). Sehingga penambahan penyalut dalam proses mikroenkapsulasi menyebabkan intensitas warna merah menurun. Dan ekstrak daun jati memiliki nilai a terendah dibandingkan dengan sampel yang telah melalui proses *spray drying*.

Pada Tabel 1 menunjukkan ekstrak daun jati berbeda nyata dengan bubuk tanpa penyalut dan mikroenkapsulan dengan kombinasi penyalut. Mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin, karagenan, dan whey (MKW) berbeda nyata dengan bubuk tanpa penyalut, mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan whey (MW) dan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan karagenan (MK). Sedangkan bubuk tanpa penyalut menunjukkan nilai b yang tidak berbeda nyata dengan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan whey (MW) dan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan karagenan (MK). Ekstrak daun jati cenderung berwarna kebiruan karena bernilai negatif

sedangkan pada bubuk tanpa penyalut dan mikroenkapsulan dengan kombinasi penyalut cenderung berwarna kekuningan karena bernilai positif. Nilai  $^{\circ}\text{Hue}$  di pengaruhi oleh nilai  $a$  dan  $b$ , dari Tabel 1 menunjukkan sampel mikroenkapsulan dan bubuk tanpa penyalut berkisar antara (18-54), sehingga warna mikroenkapsulan pewarna alami daun jati termasuk dalam daerah kisaran warna kromatis merah.

#### Kadar Air

Kadar air menjadi salah satu parameter utama yang menentukan kualitas produk kering seperti pada mikroenkapsulan yang berbentuk kering. Kadar air yang rendah dapat mencegah tumbuhnya bakteri atau jamur yang dapat menyebabkan kerusakan produk. Pada Tabel 1 dapat diketahui bubuk pewarna daun jati tanpa penyalut berbeda nyata dengan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan *whey* (MW), berbeda nyata juga dengan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin, karagenan, dan *whey* (MKW) serta berbeda nyata dengan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan karagenan (MK). Akan tetapi mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan *whey* (MW) tidak berbeda nyata dengan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan karagenan (MK).

Kadar air pada sampel bubuk pewarna tanpa penyalut secara kuantitatif menunjukkan nilai tertinggi bila dibandingkan mikroenkapsulan dengan ratio kombinasi penyalut. Penambahan bahan penyalut dapat meningkatkan total padatan bahan dan semakin tinggi total padatan yang dikeringkan sampai batas tertentu maka kecepatan penguapan akan semakin tinggi sehingga kadar air bahan menjadi rendah (Master, 1979).

Selain itu pada Tabel 1 juga menunjukan prosentase kadar air mikroenkapsulan dipengaruhi oleh ratio kombinasi penyalut yang digunakan. Prosentase kadar air pada mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan karagenan (MK) lebih tinggi dibandingkan dengan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan *whey* (MW) serta mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin, karagenan, dan *whey* (MKW). Terdapat penurunan kadar air mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan *whey* (MW) dan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin, karagenan dan *whey* (MKW) dikarenakan tingkat kekentalan koloid pada perlakuan penyalut maltodekstrin, *whey* (MW) dan maltodekstrin, karagenan dan *whey* (MKW) sebelum proses pengeringan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya, apabila semakin besar konsentrasi hidrokoloid yang ditambahkan mengakibatkan viskositas ekstrak daun jati sebelum proses pengeringan semakin tinggi atau semakin kental. Ekstrak daun jati yang kental tersebut menunjukkan bahwa larutan tersebut memiliki kadar air yang lebih kecil karena jumlah padatan terlarutnya lebih besar. Sehingga semakin besar konsentrasi hidrokoloid yang ditambahkan, dinilai semakin kecil kadar air mikroenkapsulan pewarna alami daun jati.

Menurut Buckle (1987), serbuk yang memiliki kadar air yang tinggi akan mudah rusak karena dapat menyebabkan pertumbuhan jamur dan jamur dalam bubuk. Untuk produk bubuk, kadar air harus kurang dari 8%. Kadar air pada mikroenkapsulan pewarna alami daun jati dengan berbagai ratio kombinasi maltodekstrin, karagenan dan *whey* memiliki kadar air berkisar antara 4% - 6%. Sedangkan pada bubuk pewarna daun jati tanpa penyalut mempunyai kadar air sebesar  $9,673 \pm 0,278\%$ . Sehingga dapat dikatakan bahwa proses mikroenkapsulasi dengan kombinasi penyalut dapat memperpanjang umur simpan produk dari pada masih pada bentuk ekstrak daun jati ataupun bentuk bubuk tanpa penyalut.

#### Kelarutan

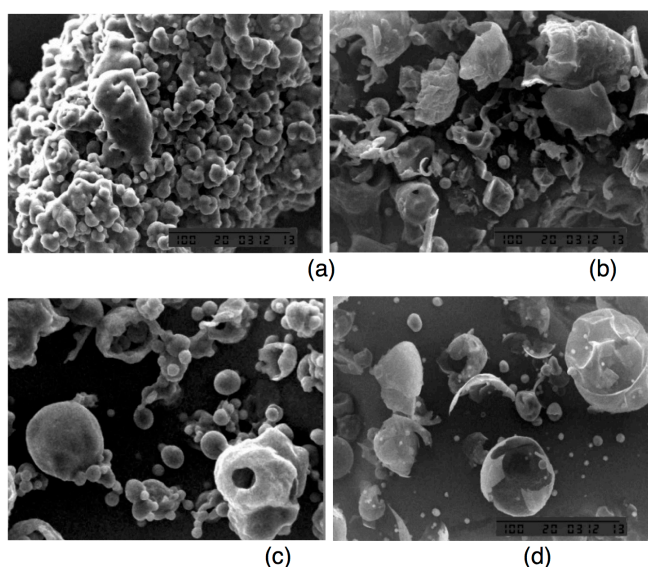
Sampel bubuk pewarna daun jati tanpa penyalut berbeda nyata dengan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan *whey* (MW) dan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin, karagenan dan *whey* (MKW). Terdapat peningkatan kelarutan pada sampel mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan *whey* (MW) dibandingkan dengan bubuk pewarna daun jati tanpa penyalut. Dan terdapat penurunan kelarutan pada mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin, karagenan dan *whey* (MKW) serta mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan karagenan (MK) dibandingkan dengan bubuk pewarna daun jati tanpa penyalut. Akan tetapi penurunan kelarutan sampel bubuk pewarna daun jati tidak berbeda nyata bila dibandingkan dengan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan karagenan (MK). Hal ini disebabkan oleh sifat Kappa-karagenan yang merupakan fraksi yang mampu membentuk gel dalam air. Karagenan memiliki kemampuan membentuk gel pada saat larutan panas menjadi dingin. Proses pembentukan gel bersifat *thermoreversible*, artinya gel dapat mencair pada saat pemanasan dan membentuk gel kembali pada saat pendinginan (Glicksman, 1983; Imeson, 2000). Sehingga mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan karagenan (MK) akan lebih sulit larut dalam air.

Selain itu juga dipengaruhi oleh kadar air bahan mikroenkapsulan. Dengan penyalut maltodekstrin dan *whey* (MW) mempunyai kadar air yang lebih rendah dibandingkan dengan kadar air pada mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin, karagenan (MK). Kadar air yang rendah mengakibatkan bubuk menjadi lebih higroskopis dan mudah menyerap air sehingga kelarutan bubuk dalam air juga semakin besar. Hasil ini sejalan dengan pendapat Hardjanti (2008), yang menyatakan bahwa kadar air yang rendah akan menyebabkan bubuk menjadi lebih higroskopis sehingga ada perbedaan tekanan uap air yang besar antara solid dan cairan. Selain itu, bubuk mikroenkapsulan pewarna alami daun jati dengan kadar air yang rendah memiliki kemungkinan lebih *porous* dibanding bubuk yang kadar airnya lebih tinggi. Akibatnya kemampuan menyerap air lebih besar dan kelarutannya pun akan menjadi lebih besar. Selain itu

penggunaan bahan penyalut baku maltodextrin dapat meningkatkan kelarutan mikroenkapsulan hal ini disebabkan karena maltodextrin memiliki sifat kelarutan dalam air yang baik terutama digunakan dalam proses pengeringan semprot yaitu memiliki 97% kelarutan (Cano - Chauca *et al.*, 2005; Grabowski *et al.*, 2006).

#### Mikrostruktur SEM

Kondisi pengeringan sangat bergantung pada bahan penyalut yang digunakan dan bahan intinya. Ketidaksihesuaian antara bahan penyalut dan kondisi pengeringan dapat mengakibatkan kebocoran atau terjadinya efek “ballooning” dan pembengkakan “puffing” serta dapat menurunkan retensi (Rennecius *et al.*, 1988). Pada penelitian ini digunakan teknik *Scanning Electron Microscopy* (SEM) untuk mengetahui struktur bubuk pewarna alami tanpa penyalut dan mikroenkapsulan dari ketiga ratio kombinasi bahan penyalut (MW, MKW, MK ).



Gambar 2. Mikrostruktur dengan perbesaran 500x (a) pewarna alami tanpa penyalut, (b) mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin, whey (MW), (c) mikroenkapsulan dengan ratio penyalut maltodekstrin, karagenan dan whey (MKW), (d) mikroenkapsulan dengan ratio penyalut maltodekstrin, karagenan (MK).

Hasil pengeringan menggunakan *spray dryer* dengan suhu inlet 150°C dari berbagai perlakuan sampel memberikan hasil yang relatif sama yaitu bulat retak dan tidak beraturan. Tampak bahwa pada mikroenkapsulan dengan ratio penyalut maltodekstrin dengan whey (MW), maltodekstrin dengan karagenan dan whey (MKW), serta ratio maltodekstrin dengan karagenan (MK) terdapat keretakan pada struktur mikroenkapsulan (Gambar 2). Keretakan ini dapat terjadi karena suhu pengeringan yang tinggi. Menurut Desmawarni (2007), keretakan mikrokapsul dapat memacu tingkat pelepasan bahan aktif sehingga nilai *surface oil* meningkat dan dapat mempengaruhi stabilitas retensi.

Dari ketiga ratio kaminasi penyalut (MW, MKW,

MK) dapat diamati mikrostruktur yang baik adalah pada sampel dengan ratio kombinasi penyalut maltodekstrin, karagenan, dan whey (MKW) dikarenakan dari ketiga perlakuan sampel tersebut mikrostruktur dari sampel dengan penyalut maltodekstrin, karagenan, dan whey (MKW) yang paling mendekati bulat sempurna.

#### Penentuan Sisa Pelarut (etanol)

Analisis sisa pelarut ditujukan untuk mengetahui kadar pelarut (etanol) yang masih tersisa pada produk bubuk pewarna alami daun jati tanpa penyalut dan mikroenkapsulan pewarna alami daun jati setelah proses *spray drying*. Dengan penggunaan suhu inlet 150°C diharapkan dapat mengurangi atau menguapkan sepenuhnya pelarut (etanol) dalam produk mikroenkapsulan pewarna alami daun jati.

Dan pada Tabel 1 dapat dilihat dari hasil analisis bubuk pewarna alami daun jati tanpa penyalut menunjukkan kadar sisa pelarut sebesar 1.832 % (18320 ppm). Dan pada mikroenkapsulan pewarna alami daun jati dengan ratio penyalut maltodekstrin dan whey (MW) menunjukkan kadar sisa pelarut sebesar 1,552% (15520 ppm). Selain itu mikroenkapsulan dengan ratio kombinasi penyalut maltodekstrin, k-karagenan, dan whey (MKW) serta mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan k-karagenan (MK) menunjukkan nilai <LOD (limit of detection) atau tidak terdeteksi oleh Gas Kromatografi. Sehingga mengindikasikan bahwa penggunaan bahan penyalut dapat menurunkan kadar etanol dalam mikroenkapsulan.

Selain itu mikroenkapsulan dengan ratio kombinasi penyalut maltodekstrin, k-karagenan, dan whey (MKW) serta mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan k-karagenan (MK) menunjukkan nilai <LOD (limit of detection) atau tidak terdeteksi oleh gas kromatografi karena prosentase etanol dalam mikroenkapsulan terlalu kecil sehingga alat tidak mampu mendeteksi, yang dapat diartikan juga bahwa kadar sisa pelarut etanolnya lebih rendah dari mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan whey (MW), serta bubuk pewarna alami daun jati tanpa penyalut. Hal tersebut dikarenakan adanya penambahan bahan penyalut dapat meningkatkan total padatan bahan terutama penggunaan penyalut k-karagenan yang sifatnya membentuk gel dalam air dapat meningkatkan viskositas yang berdampak meningkatnya total padatan pada larutan. Dan semakin tinggi total padatan yang dikeringkan sampai batas tertentu maka kecepatan penguapan akan semakin tinggi sehingga kadar etanol dalam mikroenkapsulan menjadi rendah (Masters, 1979).

Menurut penelitian yang dikemukakan oleh Harimurti *et al.*, (2011) mengenai pengaruh konsentrasi oleoresin dengan bahan penyalut terhadap karakteristik mikroenkapsulan oleoresin jahe dengan teknik *spray drying* menjelaskan bahwa kadar sisa etanol pada mikroenkapsulan oleoresin jahe tidak terdeteksi oleh gas krometografi. Sedangkan kadar sisa (etanol) oleoresin jahe sebesar 2,99% atau 29900 ppm hal tersebut mengindikasikan bahwa kadar sisa etanol



oleoresin jahe pada mikroenkapsulan lebih rendah dibandingkan dengan oleoresin jahe, dikarenakan adanya penambahan penyalut pada mikroenkapsulasi dapat meningkatkan total padatan sehingga mempercepat penguapan etanol dan kadar sisa etanol menjadi lebih rendah. Selain itu pada mikroenkapsulasi oleoresin jahe terjadi penguapan pada *rotary evaporator vacuum* dan *spray drying* sedangkan pada mikroenkapsulasi daun jati muda penguapan hanya terjadi pada *proses spray drying* sehingga memungkinkan kadar etanol pada mikroenkapsulan oleoresin jahe lebih rendah daripada mikroenkapsulan daun jati muda.

[FDA \(2012\)](#) batasan sisa pelarut yang diperbolehkan dalam produk makanan adalah sebesar 0,5% atau sebesar 5000ppm. Selain itu MUI juga menyatakan bahwa etanol dalam suatu bahan pangan dinyatakan halal dan tidak najis jika secara alami terdapat pada bahan, namun apabila selama proses pengolahan bahan pangan ditambahkan etanol seperti contohnya sebagai pelarut flavor, adanya kandungan etanol dinyatakan diperbolehkan namun tetap ada batasannya ([Kusnandar, 2010](#)).

Menurut MUI Batasan etanol yang tertinggal pada bahan pangan yang diperbolehkan adalah dibawah 1% atau 10000 ppm pada produk akhir yang dihasilkan ([Aji, 2011](#)). Berdasarkan hasil penelitian kadar sisa pelarut pada sampel bubuk pewarna alami daun jati tanpa penyalut dan mikroenkapsulan dengan penyalut maltodekstrin dan *whey* ratio melebihi dari ambang batas yang distandartkan oleh [MUI](#) dan [FDA](#).

## Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

Berdasarkan penellitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa ratio kombinasi penyalut terbaik ditinjau dari nilai kadar antioksidan, kualitas warna L dan b, kadar air, sisa pelarut (etanol) serta mikrostruktur adalah mikroenkapsulan dengan ratio kombinasi penyalut maltodekstrin, karagenan, dan *whey* (MKW). Sedangkan ditinjau dari kadar antosianin, °Hue, dan kelarutan dalam air adalah mikroenkapsulan dengan ratio kombinasi penyalut maltodekstrin dan *whey* (MW). Dan ratio kombinasi penyalut terbaik ditinjau dari randemen, sisa pelarut (etanol) dan °Hue adalah mikroenkapsulan dengan ratio kombinasi penyalut maltodekstrin dengan k-karagenan (MK).

### Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang senyawa antioksidan yang dominan dalam mikroenkapsulan daun jati dengan GCMS, tentang pengaruh kenampakan mikrostruktur mikroenkapsulan terhadap umur simpan mikroenkapsulan. Dan Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengkaji pengaplikasian mikroenkapsulan pewarna alami daun jati (*Tectona grandis L. f.*) dalam pangan.

## Daftar Pustaka

AOAC.1970. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist.

Association of Official Analytical Chemist. Washington. D.C

Aradhana, R., Rao, K. N. V., Banji, D., and Chaithanya, R. K. 2010. A Review on *Tectona grandis*. linn: Chemistry and Medical Uses. Journal of Herbal Technology Industry, 6-9.

Buckle, K.A., 1987. Ilmu Pangan. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Cano-Chauca, M., Stringheta, P.C., Ramos, A.M. and Cal-Vidal, J. 2005. Effect Of The Carriers On The Microstructure Of Mango Powder Obtained By Spray Drying And Its Functional Characterization. Innovative Food Science and Emerging Technologies 6: 420-428.

DeMan, M.J. 1989. Kimia Makanan, ITB, Bandung, pp. 190-195

Desmawarni. 2007. Pengaruh Komposisi Bahan Penyalut Dan Kondisi Spray Drying Terhadap Karakteristik Mikrokapsul Oleoresin Jahe . Departemen Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Ernawati, Santy, 2010. Stabilitas Sediaan Bubuk Pewarna Alami Dari Rosela (*Hibiscus Sabdariffa L*) Yang Diproduksi Dengan Metode Spray Drying Dan Tray Drying. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, IPB, Bogor.

Fatwa MUI. 2013. Kutipan Keputusan Fatwa Mui No 4/2003 Tentang Pedoman Fatwa Produk Halal. Diakses pada Senin 27 Januari 2014 Pukul 19:00 WIB.

Food and Drug Administration. 2012. Guidance For Industri, Impurities : Residual Solvents In New Veterinary Medicinal Product, Active Substance and Excipients (Revision 2) .U.S. Department of healt and human services.

Glicksman M. 1983. Food Hydrocolloids Vol.II. Florida : CRC Press.

Hardjanti, Sri. 2008. Potensi Daun Katuk Sebagai Sumber Zat Pewarna Alami dan Stabilitasnya Selama Pengeringan Bubuk dengan Menggunakan Binder Maltodekstrin. Jurnal Penelitian Saintek, Vol. 13, No. 1, April 2008 : 1-18

Helena C.F. Carneiro, Renata V. Tonon, Carlos R. F. Grosso, dan Miriam D. Hubinger. 2009. Effect Of Different Combination Of Wall Materials on The Encapsulation Efficiency Of Flaxseed Oil Microencapsulated by Spray Drying. Journal of food engineering. University of Compains, Compains, SP. Brazil.

Hutching, JB.1999. Food Colour and Appearance. Gaitersburg, Maryland: Aspen Publ. Inc

Imeson AP. 2000. Carrageenan. Di dalam Phillips GO, Williams PA (Eds). Handbook of Hydrocolloids. Boca Raton: CRC Press.

Imeson A. 2010. Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents. Inggris: Blackwell Publishing.

Infante Jose´ Alberto Gallegos, Guzma Nuria Elizabeth Rocha, Laredo Ruben Francisco Gonzal´ez, Torres Luis Medina, Aldapa Carlos Alberto



- Gomez, Martí'nez Luz Araceli Ochoa, Sa' nchez Cecilia Eugenia Martí'nez, ndez-Santos Betsabe Herna', Ramí'rez Juan Rodríguez. 2012. Physicochemical Properties And antioxidant Capacity Of Oak (*Quercus resinosa*) Leaf Infusion Sencapsulated By Spray-Drying. *Journal Food Bioscience* :1-2.
- Krasaekoopt,W, B., H. Bhandari and H. Deeth. 2003. Evaluation of encapsulation techniques of probiotics for yoghurt. *Int. Dairy J.* 13:3-13
- Khrisnan, S., A.C. Kshirsagar, dan R. S. Singhal. 2005. The use of gum arabic dan modified starch in the microencapsulation of food flavoring agent. *Carbohydrate Polymer*. 62:309-315.
- Kusnandar, Feri. 2010. FAQ Tentang Pangan Halal. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan IPB. Bogor.
- Masters, K. 1979. *Spray Dryer Handbook*. John Wiley and Sons, New York.
- Molyneux, Philip. 2003. The Use Of the stable Free Radical Diphenylpicryl-Hydrazyl (DPPH) For Estimating Antioxidant Activity. United Kingdom. London
- Nayak, C.A. and N.K. Rastogi, Effect of Selected Additives on Microencapsulation of Anthocyanin by Spray Drying. *Drying Technology*, 2010. 28(12): p. 1396-1404.
- Reineccius, G.A. 1988. Spray drying of food flavours. Di dalam G. A. Reineccius dan S. J. Risch (Eds). *Flavour Encapsulation*, 55-66. American Chemical Society. Washington, D.C.
- Sukemi R, P .2007. Uji Stabilitas Antioksidan Pigmen Bunga Kana Merah Dan Bunga Kuning (*Canna Coccinea* Mill) (Kajian Jenis Pelarut Dan Pemanasan) [Skripsi]. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Malang.
- Umar, F. 2008. Optimasi Ekstraksi flavonoid Total Daun Jati Belanda [Skripsi]. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor.
- Young, S.L., X. Sarda, and M. Rosenberg. 1993. Microencapsulating properties of whey proteins. 1. microencapsulation of anhydrous milkfat. *J. Dairy Sci.* 76: 2868-277.
- Yudiono K 2011 Ekstraksi Antosianin Dari Ubijalar Ungu (*Ipomoea Batatas* Cv. Ayamurasaki) Dengan Teknik Ekstraksi Subcritical Water. *Jurnal Teknologi Pangan* Vol.2 No.1 Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Katolik Widya Karya Malang.
- Yuliastri, Sri Walanike. 2001. Studi Ekstraksi Pigmen dari Daun Jati. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.